

A mikroorganizmusok mennyiségi viszonyainak alakulása TMTD hatására erdőmaradványos csernozjom talajban

KECSKÉS MIHÁLY és SCHMIDT KATALIN

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A TMTD (tetra-metil-tiuram-diszulfid) a növényvédelemben 1934 óta szerepel [33]. Nemzetközi viszonylatban ma is széles körűen használják (pl. az Egyesült Államokban: TMTD + Vitavax = Carboxin). Ausztráliai tapasztalataink szerint egyéb fungicidekkel való laboratóriumi, fénykamrás, üveg-házi és szabadföldi kísérletekben végzett összehasonlítás alapján, a bükköny (*Vicia sativa*) magcsávázására legjobban bevált fungicidnek tekinthető, mely sem a gazdanövényt, sem pedig *Rhizobium* partnerét, (a laboratóriumi tesztet kivéve), sem pedig a pillangós-*Rhizobium* szimbiózis kialakulását nem gátolja [13, 15, 16, 17, 18, 19]. A hazai tapasztalatok ezt méginkább megerősítették [12, 14] és a TMTD-nek a higanytartalmú csávázószerek helyettesítésére való alkalmazhatóságát bizonyították, pillangós kultúrák esetében. Talajfertőtlenítőszerként alkalmazva is kedvező hatású fungicidnek bizonyult [12]. A talaj és rizoszféra (rizoplán) ökoszisztémákra gyakorolt, általunk feltételezett kedvező hatásából kiindulva vizsgálat tárgyává tettük, hogy valójában milyen hatást gyakorolhat egy adott talaj mikroba-közösségeinek mennyiségi viszonyaira, valamint e vegyület különböző dózisaival mennyi idő alatt bomlanak le az adott talajban.

KLINCARE [21] szerint lucerna és árpa gyökérszónájában élő karakterisztikus baktériumfajok számát a TMTD erősen csökkentette. VERNER és munkatársai [34] szerint egy podzol talaj mikroflórájának baktérium és sugárgomba reprezentánsainak számát jelentősen nem befolyásolta, a talajgombák számát 25-30%-kal csökkentette. A kezelés után 30-40 nappal a baktériumok és sugárgombák száma ugrásszerűen emelkedett. LANGKRAMER [25] a TMTD erdőtalajok, elsősorban csemete kertek tipikus mikroflórájára gyakorolt befolyását tanulmányozta. 0,5%-os koncentrációban a Thiram a bacillusok szaporodását nem gátolta, de az *Azotobacter* fejlődését erősen akadályozta, míg a mikroszkópikus gombákat csak kismértékben szorította vissza. Ez utóbbit illetően AUDUS [1] lényegében DOMSCH [6] adatait idézve mikroszkópikus gombák rendszertani csoportok szerinti, fajok szerinti érzékenysége ill. toleranciájára utal. HOUSEWORTH és TWEEDY [10] kísérletében iszapos vályogtalajhoz adagolt Thiram hatására a baktériumszám a kísérleti periódus 44. napjáig növekedett, majd a 108. napig a kontroll szintjére csökkent. A mikroszkópikus gombák növekedését a Thiram gátolta, esetenként különböző mértékben. Ugyanakkor SOBOTKA [30] úgy találta, hogy a TMTD az erdőtalajok-

ban nem befolyásolja jelentősen a gombamicéliumok növekedését. DOMSCH [5] szerint a mikroszkópikus gombáknak TMTD és egyéb fungicidekkel szembeni érzékenysége és specifikus aktivitásuk között nincs általános korreláció.

Vizsgálták a TMTD hatását tiszta tenyészetek esetén is. KLINCARE [22], valamint KLINCARE és MISKE [23] szerint a fungicid toxikussága csekély. CHINN [2] megfigyelte, hogy nyolc tesztmikroorganizmussal szemben (3 baktériumfaj, 2 sugárgomba- és 3 mikroszkópikus gombafaj) a Thiram viszonylag kevésbé gátló hatásúnak mutatkozott. A tesztelt *Bacillus subtilis* növekedésében stimulálta.

LANGKRAMER [25] megfigyelte, hogy a TMTD nem gátolja a spórások növekedését. WAINWRIGHT és PUGH [35] munkássága szerint az 50 %-os TMTD általuk alkalmazott dózisa (10, 25, 50, 100 és 250 $\mu\text{g/g}$) közül a kisebbek nem, a nagyobb adagok gátló hatást fejtettek ki az ammonifikáció és a nitrifikáció mikrobiális folyamataira.

DEN DOOREN DE JONG [3] az *Aerobacter aerogenes*, *Bacterium herbicola*, *Pseudomonas amilovorans*; KAARS SIJPESTEIN és VONK [11] pedig a *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* és *Mycobacterium phlei* fajokat jelölik meg, mint amelyek a TMTD mikrobiológiai lebontásában aktívan részt vesznek. RICHARDSON [29], MUNNECKE [27], MUNNECKE és MICKAIL [28], GRIFFITH és MATTHEWS [8] szerint a TMTD egyenletes eloszlásban a talajban hamarabb elbomlik. KLUGE [24] úgy találta, hogy a Thiram lebomlásának felezési ideje mintegy 6–7 hét.

A felsorolt szerteágazó, sokszor egymásnak ellentmondó adatok szükségessé teszik a kérdés további tanulmányozását.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat technikai tisztaságú TMTD-vel (tetra-metil-tiuram-diszulfid) és Thiram fungiciddal végeztük, amely 80 % TMTD-t és 20 % vivőanyagot tartalmazó keverék formájában kerül felhasználásra a mezőgazdasági gyakorlatban [17].

Modellkísérletünk tárgyául választott talaj a csernozjom barna erdőtalaj „erdőmaradványos” altípusát képviseli [32] és a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete martonvásári Kísérleti Telepéről származik.

A szükséges elővizsgálatok elvégzése után a talaj 50–50 grammjához, steril körülmények között kétszeres ismétlésben különböző mennyiségű TMTD-t (0,001 %, 0,01 %, 0,1 % és 1 %), illetve Thiramot (0,001 %, 0,01 %, 0,1 %, 1 % és 10 %) adagoltunk, a keverékeket 250 ml-es Erlenmeyer lombikokban 26–29 °C-on inkubáltuk, rendszeresen pótolva az elpárolgott vízmennyiséget.

A TMTD és a Thiram talajmikroszervezetekre gyakorolt hatását a teljes inkubációs periódus alatt az „összcsíraszám” változásának megfigyelése révén és az inkubációs periódus közepén, valamint a végén a baktériumok, sugárgombák és mikroszkópikus gombák számának differenciált feljegyzésével vizsgáltuk, három — a különböző mikrobacsoportnak megfelelő — táptalajon (élesztőkivonat-mannit-agar [17], glicerin-arginin-agar [31] és Czapek-Dox agar [9]).

A turbidimetrikus mérések céljára az inkubálás megkezdése után 24 órával, majd hetenként, később pedig kéthetente 1 g-ot vettünk ki a talaj + TMTD, talaj + Thiram keverékekből és a kezeletlen talajból. Ezekből hígítási

sort készítve, a 10^{-5} hígításból 1 ml-t 9 ml élesztőkivonat-mannit, glicerin-arginin, illetve Czapek-Dox folyékony tápoldatba vittük. Mindig egyforma hosszú inkubálási időközök után, a homogenizálást követően azonnal mértük Spektronom 201 fotométerrel, turbidimetrikus módszerrel a tápoldatok zavarosságát, (melynek mértékéből következtettünk az összmikróbaszámmra). Mindhárom tápoldat esetén kezelésenként 4 ismétlést alkalmaztunk. A mérést $540\text{ }\mu\text{m}$ hullámhosszon végeztük (az abszorpciós görbe a színekép látható tartományában nem mutatott maximumot). A talajrészecskék szuszpendálódásából származó zavaró hatás a fenti hígításban elenyészően csekély volt, így korrekcióba vétele szükségtelennek mutatkozott.

Az inkubációs idő 36. és 64. napján lemezöntést is végeztünk annak megállapítására, hogy az egyes mikróbacsoportok (baktériumok, sugárgombák, mikroszkópikus gombák) milyen mennyiségben, illetve arányban vannak jelen a különböző dózisokkal kezelt talajmintákban és ez hogyan változik az idő előrehaladtával.

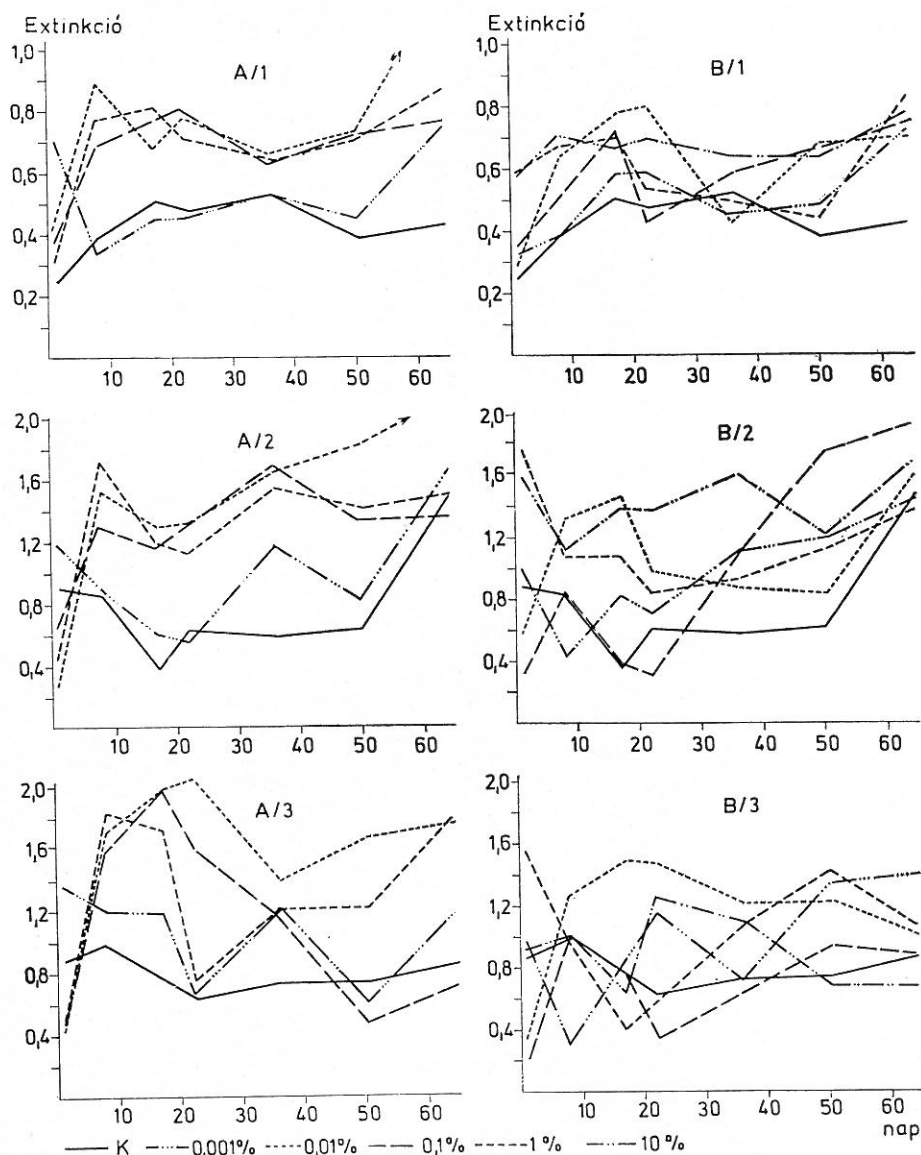
A talajminták TMTD hatóanyagának meghatározása a 73. napon történt vékonyréteg kromatográfiás módszerrel: légszáraz szitált talajból kloroformos extrahálással, Kieselgel G és Kieselgurl G keverékből készült lemezen, kétféle futtatókeverékben, ezüstnitrát előhívással.

Eredmények

I. TMTD és Thiram összcsíraszámra gyakorolt hatásának fotometrikus vizsgálata

A turbidimetrikus mérések eredményeit az 1., 2. és 3. ábra mutatja be különböző táptalajok esetén. Amint az 1/A/1 ábra szemlélteti, élesztőkivonat-mannit tápoldatban a legkisebb TMTD dózis (0,001%) hatására az „összes” csíraszám kezdeti magasabb értékéről a 8. napra a kontroll szintje alá süllyedt és kevéssel alatta maradt a 36. napig. Az 50. naptól erőteljesebb emelkedést figyeltünk meg. A 8. naptól az 50. napig — tehát az inkubációs periódus jórésében — gyakorlatilag a kontrollal azonosnak vehető. A 0,01%, 0,1% és 1%-os TMTD kezelések hatása viszonylag azonos volt; az összcsíraszám a legkorábbi időtől kezdve nagyobb volt a kezeletlen talaj összmikróbaszámanál. A 8. napig gyors szaporodást tapasztaltunk, a legnagyobb értékeket a 0,01%-os mintánál találtuk, ezt követte az 1% TMTD-t tartalmazó minta, megelőzve a kezdetben nagyobb értékeket mutató 0,1%-os mintát. A 8. naptól az 50.-ig kisebb ingadozásokkal, de továbbra is jóval a kontroll szintje fölött együtthaladt mindhárom görbe; az 50. naptól a 0,01%-os dózis tartalmazó talaj összcsíraszámja a kontrollhoz képest erősen nőtt, az 1%-osé kevéssé emelkedett, a 0,1%-os mintáé nem változott.

A Thiran kezelések eredményeképpen (1/B/1 ábra) az összcsíraszám alakulása nem annyira jellegzetes, mint TMTD adagolása következtében. 0,001% TMTD hatására az összcsíraszám a kontroll szintjére csökkent a 8. napig, majd ezen időponttól a 22. napig növekedett. Ezután bizonyos csökkenés állt be az összcsíraszámban, a 30. naptól száma a kezeletlen talaj összmikróbaszámanál kisebb értéket mutatott. A 42. naptól újra a kontroll görbe fölé emelkedett és ez az emelkedő tendencia figyelhető meg az inkubációs periódus végéig. A 0,01%-os minta közel a kontroll szintjéről indul ki, meredeken emel-



1. ábra

Különböző mennyiségű TMTD (A) és Thiram (B) hatása az „összesíraszám” változására erdőmaradványos csernozjom talajban. (A/1—B/1: élesztőkivonat—mannit folyékony táptalajban; A/2—B/2: glicerín—arginin folyékony táptalajban; A/3—B/3: Czapek—Dox folyékony táptalajban). Vízszintes tengely: napok száma; függőleges tengely: extinkció értékek.

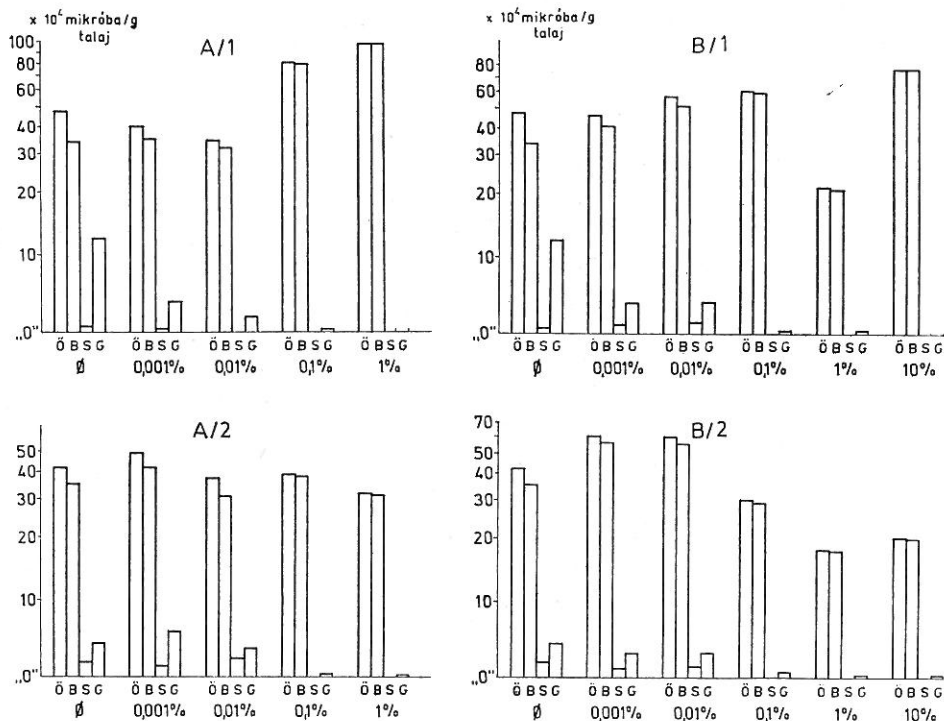
kedve a 22. napig. Ugyanilyen hirtelen lecsökkent — a kontrollnak megfelelő értékek alá — a 36. napig, majd újra erősen növekedett a mikrobák száma. A 0,1% és 1%-os kezelések hatására csak a 17. napig tapasztaltunk növekedést, jóval a kontroll szintje fölött; a továbbiakban hirtelen csökkent a mikroszervezetek mennyisége. A 0,1%-os mintában kezeléssel a kontroll szintje alá csökkent, de a 22. naptól egyenletes növekedést tapasztaltunk, amely egészen a 64. napig tart. Az 1%-os minta összmikróbaszáma csak az 50. naptól növekedett fokozottabban. A 10%-os minta összcsíraszám az egész inkubációs periódus alatt közel egyenletesen, jóval a kezeletlen talajt reprezentáló értékek fölött maradt.

Az 1/A/2 és 1/B/2 ábra a mikroszervezetek mennyiségének fungicid hatására bekövetkező változását glicerín—arginin folyékony táptalajban mutatja be. Amint az 1/A/2 ábrából kitűnik, a legkisebb TMTD mennyiség (0,001%) alkalmazásakor az összcsíraszám a 17. napig közel azonos a kontroll összmikróba mennyiségével, csak kevéssel haladja meg azt. A 22. naptól azonban intenzív növekedést figyelhattunk meg; a 36. naptól pedig csökkent a mikroorganizmusok száma; az 50. naptól ismét csak kevéssel múlta felül a kezeletlen talajminta görbe értékeit és a továbbiakban azzal párhuzamosan haladt. A 0,01%, 0,1% és 1%-os kezelések eredményeképpen a mikroszervezetek mennyisége a 8. napig a kontroll értékénél alacsonyabb értékekről indulva jelentősen megnövekedett és a vizsgálati periódus 50. napjáig jóval a kezeletlen minta összcsíraszám fölé maradt. A 0,01%-os minta — ha kisebb mértékben is — tovább növekedett, a 0,1%- és 1% TMTD-t tartalmazó talaj mikróbamennyisége a kontroll szintjéig csökkent.

A Thiram kezelések esetében is (1/B/2 ábra) az összcsíraszám görbéje javarészt a kezeletlen talaj szintje fölé maradt. A 0,001%-os minta kezdeti csökkenő tendenciája a 8. napig tartott, ettől kezdve az inkubáció egész időtartama alatt növekvő, vagy stagnáló szakaszok váltogatták egymást; az 50. naptól kissé csökkent a mikroszervezetek száma. A 0,01% Thiram hatására a 17. napig az összmikróbaszám intenzíven nőtt; ezután visszaesés volt tapasztalható, de a 22. naptól számuk mindvégig a kontroll fölé, azzal párhuzamban maradt. A 0,1%-os minta a 22. napig a kezeletlen mintához közel eső, vagy alacsonyabb értékeket mutatott, ezután a mikróbaszám jelentősen nőtt, mennyisége jóval meghaladta a kontrollét; az 50. naptól kissé csökkent. Az 1 és 10%-os dózisok hatására a mikrobák száma hullámzó ütemben, de jóval a kontroll szintje fölé maradt, csupán az 50. naptól következett be bizonyos csökkenés.

Az 1/A/3 ábrában a Czapek-Dox tápoldat alkalmazásakor kapott adatokat tüntettük fel. 0,001% TMTD hatására a mikroszervezetek változó ütemű szaporodását figyeltük meg a kontroll görbéje fölé, de annak értékeihez viszonylag közel. A többi három koncentráció hatására az összcsíraszám a kontroll szintje alól együtt indulva, hirtelen megnövekedett egészen a 8. napig. A 0,01%-os mintában a mikróbaszám tovább nőtt a 22. napig, utána csökkent, de a 37. naptól ismét növekedést figyelhattunk meg. A 0,1% TMTD-t tartalmazó minta mikróba-mennyisége a 17. napig nőtt, ettől kezdve az 50. napig — a kontroll szintje alá — csökkent és az inkubációs periódus végéig sem érte el a kezeletlen talajminta vonalát, jóllehet a többi kezeléshez hasonlóan emelkedő tendenciát mutatott. Az 1%-os kezelés eredményeképpen a mikroszervezetek száma a 8. naptól a 22. napig csökkent, bár a kontrollig nem süllyedt le; azt követően a 64. napig növekedett.

A Thiram kezelések (1/B/3 ábra) összecsíraszámra gyakorolt hatása Czapek-Dox tápoldatban a következőképp alakult: a legkisebb dózist tartalmazó minta a 16. napig a kontroll görbe értékei alatt maradt, majd növekedett és a 36. napra ismét a kontroll értékig süllyedt le; a továbbiakban emelkedett, illetve az 50. naptól közel állandó értékre állt be. A 0,01%-os minta viszonylag alacsony értékről indult, intenzíven növekedett a 17. napig és az inkubációs periódus végéig jóval a kontroll szintje fölött maradt. A 0,1%-Thiramot tartalmazó talajminta a 40. napig a kontroll mikróbaszámánál kisebb, vagy azzal egyenlő volt. A 40. naptól kevéssel a kontroll értékek fölé emelkedett, de a 64. napra értéke ismét a kezetlen talaj összecsíraszámával egyezett meg. Az 1%-os minta viszonylag magas kezdeti értékről a 17. napig mélyen a kontroll szintje alá süllyedt. Az 50. napig emelkedő tendenciát mutatott, utána lecsökkent. A 10%-os kezelés eredményeképpen a kontrollhoz közeledő értékek után a 17. naptól gyarapodás következett be, mely a 22. napig tartott, ezután a minta összmikróbaszáma lassan csökkent, a 49. naptól már a kontroll szintje alá süllyedve.



2. ábra

TMTD (A) és Thiram (B) hatása az összecsíraszám, baktériumok, sugárgombák és mikrosporiális gombák számának változására élesztő kivonat—mannit—agar táptalajon. (A vizsgálati periódus (A/1—B/1) 36. napján és (A/2—B/2) 64. napján). Ö = összecsíraszám; B = baktériumszám; S = sugárgombaszám; G = gombaszám; % = fungicid-koncentráció. Függőleges tengely: az egy gramm talajra vonatkoztatott mikróbaszám.

A fotometrikus mérések eredményeit összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a TMTD és a Thiram még a nagyobb koncentrációkban is stimuláló hatást fejtett ki a mikroszervezetekre (az 1/B/3 ábrán látható szórástól eltekintve).

II. TMTD és Thiram összcsíraszámra gyakorolt hatásának vizsgálata lemezöntéses módszerrel

A TMTD és Thiram kezelések hatására az inkubációs periódus közepén élesztőkivonat-mannit-agar táptalajon (2/A/1 ábra) 0,001 és 0,01% TMTD csak elenyésző mértékben csökkentette az összmikróbaszámot, a 0,1 és 1% viszont erőteljesen növelte. Az összbaktériumszám az első két TMTD dózis adagolásakor a kontrollal azonosnak bizonyult, a 0,1 és 1%-os koncentrációk esetén az összcsíraszámhoz hasonlóan jelentősen emelkedett. A sugárgombák száma a kezeletlen talajban is csekély volt: mennyiségüket mindegyik dózis csökkentette; a 0,01, 0,1 és 1%-os dózis hatására a talajban a sugárgombák száma nullára csökkent. A mikroszkópikus gombák mennyisége a TMTD koncentráció növelésével egyre csökkent, az 1%-os mintában nem találtunk mikroszkópikus gombát.

Az összcsíraszám Thiram hatására (2/B/1 ábra) a 0,001%-os minta esetén a kontrollal közel azonosan alakult, a többi dózisok hatására — az 1% adagolást kivéve — egyre növekszik. A baktériumszám az 1%-os minta kivételével a fungicid-koncentráció növekedésével egyre nőtt, a kezeletlen talaj baktériumszámahoz viszonyítva. A sugárgombákat a két kisebb dózis enyhén stimulálta, a nagyobb dózisok hatására számuk nullára csökkent. A mikroszkópikus gombák száma a különböző kezelések hatására csökkent (10% esetén nulla).

A TMTD és Thiram hatását az inkubációs periódus végén élesztőkivonat-mannit táptalajon az 2/A/2 és 2/B/2 ábra mutatja be. A különböző TMTD dózisok hatására ebben az időpontban már az összcsíraszám jelentősen nem változott; a legkisebb dózis kissé növelte, a többi kevésbé csökkentette a mikroszervezetek mennyiségét. A baktériumok esetében hasonló megfigyeléseket tehattunk. A sugárgombákat a 0,001 és 0,01%-os dózisok már nem befolyásolták számottevően, a 0,1 és 1%-os kezelések azonban számukat nullára csökkentették. A mikroszkópikus gombák mennyisége a legkisebb dózis hatására kissé nőtt, 0,01% TMTD kevésbé, 0,1 és 1% pedig erősen csökkentette számukat. Az összmikróbaszám a 0,001 és 0,01% Thiramot tartalmazó talajmintákban a kezeletlen talajhoz viszonyítva növekedett, a nagyobb fungicid adagok hatására csökkent. A baktériumokat a két kisebb koncentráció kissé stimulálta, a 0,1%-os kezelés kissé csökkentette, az 1 és 10%-os minta baktériumszáma a kontrollhoz képest erősebben csökkent. A sugárgombákat a két kisebb dózis kismértékben gátolta, a többi Thiram kezelés számukat nullára csökkentette. A mikroszkópikus gombák mennyisége a növekvő Thiram dózisok következtében egyre inkább csökkent.

A 3/A/1 és 3/B/1 ábra a TMTD és Thiram összcsíraszámra, baktériumokra, sugárgombákra és mikroszkópikus gombákra gyakorolt hatását mutatja be az inkubációs periódus 36. napján glicerín-arginin tápagaron.

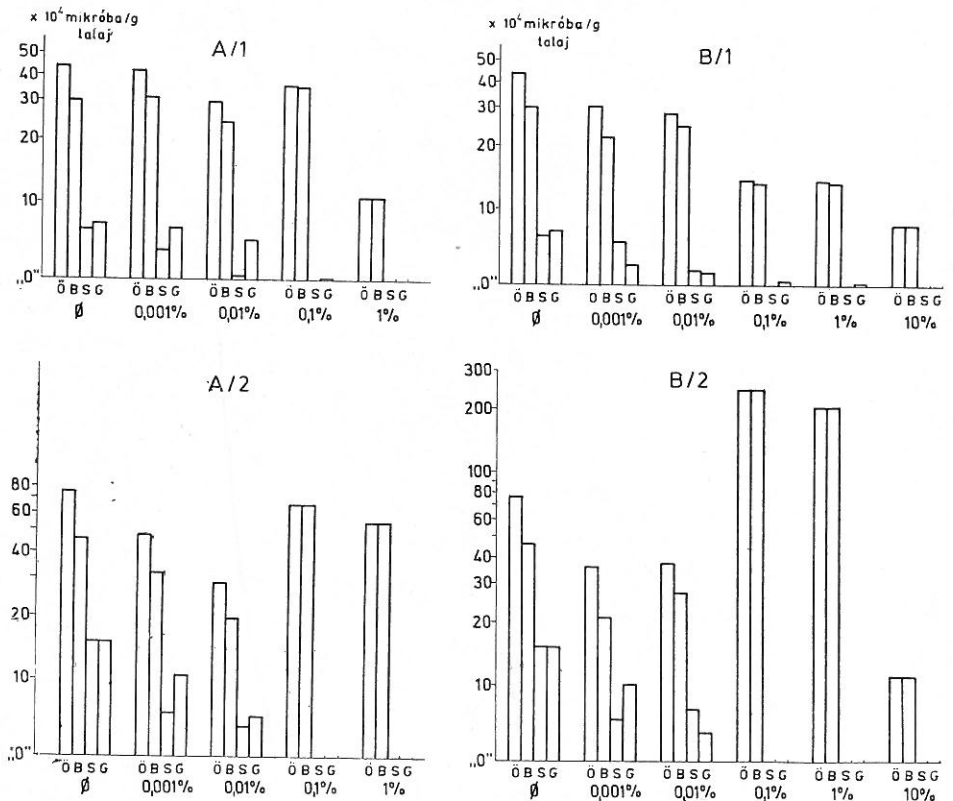
TMTD hatására (3/A/1 ábra) az összmikróbaszám a kontrollhoz képest csak kevésbé csökken, kivéve az 1%- hatóanyagot tartalmazó mintát, amiben mintegy egynegyedére csökkentett a számuk. Az összbaktériumszám tekin-

tetében is csak az 1%-os dózisonál mutatkozott kifejezett csökkenés. A sugárgombák száma a TMTD talajba adagolásának eredményeképpen erőteljesen csökken, 0,1 és 1%-os kezelés teljesen kipusztította őket. A mikroszkópikus gombák száma a két kisebb koncentráció hatására csak kevésbé, a 0,1 és 1%-os kezelés esetében minimálisra, illetve nullára csökkent.

A Thiram növekvő mennyisége (3/B/1 ábra) az összcsíraszám közel egyenletes csökkenését eredményezte. A baktériumtömeg a két legkisebb koncentráció hatására csak kismértékben csökkent, a 0,1 és 1%-os kezelés felére, a 10%-os egyharmadára redukálta számukat. A sugárgombák száma a kezeléseket követően csökkent és már 0,1% Thiram teljes egészében kipusztítja a sugárgombaflórát. A mikroszkópikus gombák száma a növekvő fungicid mennyiséggel arányban csökken, 10% Thiram számukat nullára redukálta.

A 3/A/2 és 3/B/2 ábra a TMTD és Thiram összcsíraszámra, baktériumokra, sugárgombákra és mikroszkópikus gombákra gyakorolt hatását mutatja be az inkubációs periódus 64. napján glicerín-arginin tápagaron.

Az összmikróbaszáma a TMTD 0,001 és 0,01 %-os mennyiségeinek befollyására 40, ill. 80%-kal csökkent, a két nagyobb koncentráció a kontrollhoz

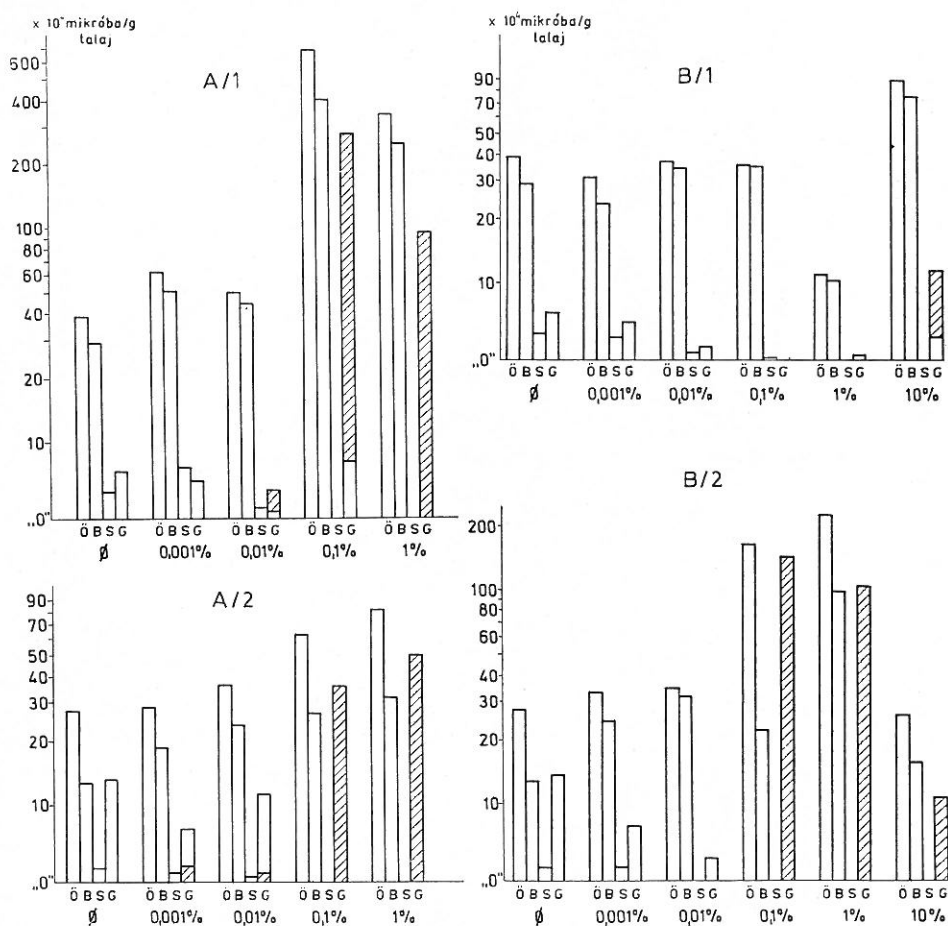


3. ábra

TMTD (A) és Thiram (B) hatása az összcsíraszám, baktériumok, sugárgombák és mikroszkópikus gombák számának változására glicerín-arginin-agar táptalajon. (A vizsgálati periódus (A/1—B/1) 36. napján és (A/2—B/2) 64. napján.) Egyéb jelzéseket lásd 2. ábrán.

közel eső, annál csak valamivel alacsonyabb értékeket szolgáltatott. Megjegyzendő, hogy e két utóbbi esetben az összcsíraszám kizárólag a baktériumszámból adódott. A két kisebb koncentráció hatására a baktériumszám arányosan csökkent. A sugárgombák és a mikroszkópikus gombák száma a két kisebb dózis alkalmazásának eredményeképp intenzíven csökkent (a sugárgombáknál ez kifejezettebb) és már a 0,1%-os koncentráció teljesen kipusztította a fentemlített két mikróbacsoportot.

Thiram hatására (3/B/2 ábra) az összmikróbaszám a két kisebb koncentráció esetében mintegy felére csökkent, 0,1% és 1% fungicid alkalmazása azonban érdekes módon erőteljes stimulációt eredményezett. 10% Thiram erősen lecsökkentette az összcsíraszámot. Az utóbbi három dózissnál az össz-



4. ábra

TMTD (A) és Thiram (B) hatása az összcsíraszám, baktériumok, sugárgombák és mikroszkópikus gombák számának változására Czapek–Dox táptalajon. (A vizsgálati periódus (A/1–B/1) 36. napján és (A/2–B/2) 64. napján.) A ferdén vonalkázott oszlop: élesztőszám. Egyéb jelzéseket lásd 2. ábrán

mikrobaszám kizárólag baktériumpopulációból tevődik össze; a két legkisebb dózisú mintában is hasonló tendenciát figyelhetünk meg az összbaktériumszámról vonatkozóan, mint az összcsíraszámot tekintve. A sugárgombák száma a kisebb koncentrációk hatására mintegy felére redukálódott. 0,1% Thiram azonban már teljes egészében kipusztította őket. A mikroszkópikus gombák a sugárgombákhoz hasonló tendenciát mutatnak.

A 4/A/1 és 4/B/1 ábra a TMTD és Thiram összcsíraszámra, baktériumokra, sugárgombákra és mikroszkópikus gombákra gyakorolt hatását mutatja be az inkubációs periódus 36. napján Czapek-Dox táptalajon.

Az összcsíraszám tekintetében a TMTD stimuláló hatását kell kiemelni, amely különösen a 0,1 és 1% hatóanyag alkalmazásakor szembetűnő. Az összbaktériumszám is ehhez hasonlóan alakul. A sugárgombákra csupán a legalacsonyabb koncentráció fejtett ki serkentő hatást, a 0,01% már gátlólag hatott, 0,1% pedig teljesen kipusztította őket. A fonális mikroszkópikus gombákra a két legkisebb dózis enyhén gátló hatást fejtett ki; 0,1% TMTD azonban kissé megemelte számukat, 1% pedig teljesen kipusztította őket. Érdekes megjegyezni, hogy ezen a táptalajon élesztők is regisztrálhatók voltak, amelyeknek életműködését a magasabb dózisok kedvezően befolyásolták, amit az tükröz, hogy számuk tetemesen megnőtt.

Thiram hatására (4/B/1 ábra) az összmikrobaszám a három alacsonyabb koncentráció esetén nem változott jelentékeny mértékben; az 1%-os dózis gátlólag hatott; 10% fungicid pedig megemelte az összmikrobaszámot. Hasonló tendencia figyelhető meg a baktériumszám vonatkozásában is. A sugárgombaszám a növekvő dózisokkal arányosan fogy; 1% már nullára redukálta számukat. A mikroszkópikus gombákra a Thiram növekvő mennyiségei egyre fokozottabb gátló hatást fejtettek ki. Élesztő csak a 10%-os dózist tartalmazó mintában fordult elő.

A 4/A/2 és 4/B/2 ábra a TMTD és a Thiram összcsíraszámra, baktériumokra, sugárgombákra és mikroszkópikus gombákra gyakorolt hatását mutatja be az inkubációs periódus 64. napján a Czapek-Dox táptalajon.

Az összcsíraszámot és a baktériumszámot a TMTD növekvő koncentrációi fokozatosan emelték. A sugárgombák száma a kontroll esetében a legnagyobb, mennyiségüket még 0,001% is csökkentette, 0,1% TMTD pedig teljesen elpusztította őket. A mikroszkópikus gombák között a növekvő TMTD dózisokkal növekvő mértékben jelennek meg élesztők.

A Thiram vonatkozásában az összcsíraszám alakulása hasonló a TMTD alkalmazásakor tapasztaltakhoz azzal a kiegészítéssel, hogy 10% Thiram talajhoz adagolása kevéssé a kontroll értéke alá csökkenti az „összes” mikroorganizmus számát. Az összbaktériumszám változása hasonló tendenciát mutat, kivéve a 0,1%-os dózis hatását, ami a kezeletlen talaj baktériumszáma alá csökkenti az összbaktériumszámot. A sugárgombákat már 0,01% Thiram is teljesen elpusztítja. A fonális mikroszkópikus gombák száma a dózisok növelésével arányosan csökken, a nagyobb Thiram dózisok alkalmazásánál azonban itt is az élesztők kerülnek túlsúlyba.

III. Thiram és technikai TMTD lebomlása erdőmaradványos csernozjom talajban

Amint az 1. táblázat adatai mutatják, mindkét preparátum 0,001%-os és 0,01%-os dózisaiban esetében két és fél hónap után szermaradványt egyáltalán nem, vagy csak nyomokban találtunk. Még 0,1%-os adagoláskor is csak

1. táblázat

TMTD szermaradvány vizsgálat

Fungicid	Talajhoz adagolt mennyiség		Szermaradvány 73 nap után
TMTD	0,001%	0,5 mg	—
	0,01	5,0	nyomokban
	0,1	50,0	1,2 mg
	1,0	500,0	100,0 mg
Thiram	0,001%	0,5 mg	—
	0,01	5,0	nyomokban
	0,1	50,0	0,8 mg
	1,0	500,0	100,0 mg
Kontroll	10,0	5000,0	400,0 mg

csekély mennyiségű hatóanyag volt kimutatható a talajmintákban. A mezőgazdaságban normális viszonyok között elő nem forduló 1%-os koncentráció, valamint a Thiram esetében alkalmazott abszurd 10%-os mennyiség is két és fél hónap után jelentősen csökkent, ami a tanulmányozott talajban a TMTD transzformációjára, illetve lebontására adaptálódni képes mikroflóra jelenlétére utal.

Eredmények megvitatása

Az összecsíraszám fotometrikus és lemezöntéses módszerrel való tanulmányozását úgy értékeljük, hogy jöllehet e módszerrel végzett mérések csak relatív adatokat szolgáltatnak, és igen durva közelítést adnak a TMTD, vagy egyéb peszticid, mikroszervezetekre gyakorolt hatását illetően, de e módszerrel stimulatív, gátló, vagy indifferens hatásukat mégis regisztrálni tudtuk. Például fenoxi-ecetsavval végzett korábbi vizsgálatainkkal ellentétben [20], ahol 2,4-D kisebb dózisainak összecsíraszámot fokozó, nagyobb dózisainak összecsíraszámot csökkentő hatását, valamint a különböző Dikonirt dózisok összecsíraszámot csökkentő tulajdonságát figyeltük meg, a technikai TMTD ugyanezen erdőmaradványos csernozjom ökoszisztéma mikrobiális közösségeinek mennyiségi viszonyaira gyakorolt hatását általában stimulatívnak mondhatjuk, mind az összmikróbaszám, mind az össz baktériumszám vonatkozásában, sokszor még nagy fungicid-dózisok esetében is.

Ugyanakkor a nagyobb fungicid-dózisok élesztőgomba-szaporodást fokozó hatását is megfigyeltük. Jöllehet az adott optimális körülmények között a szóban forgó talajtípusban mindkét vegyület gyors lebomlását regisztrálhattuk, de a sugárgombákra, továbbá fungicid jellegűknél fogva a fonális mikroszkópikus gombákra gyakorolt negatív hatásuk miatt (mely hatás a növekvő fungicid-dózissal arányban fokozódott) úgy véljük, hogy főként a baktériumokat tehetjük felelőssé ebben az ökoszisztémában a bevitt anyagok transzformációjáért, illetve hasznosításáért. Ez utóbbi mellett szólnak az *Aerobactet*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, stb. baktériumfajok TMTD bontására utaló adatok is [3, 11].

Eredményeinket az irodalmi adatokkal összevetve, például VERNER és munkatársai [34] által kapott adatokkal szemben vizsgálataink során a TMTD kezelést követő 30–40 nappal sem a sugárgombák, sem a baktériumok száma nem emelkedett meg ugrásszerűen. A TMTD fonalas mikroszkópikus gombákra kifejtett negatív hatását VERNER és munkatársaihoz, valamint DOMSCHHOZ [4] hasonlóan mi is tapasztaltuk. Ezzel ellentétben áll azonban LANGKRAMER [25] megfigyelése, mely szerint a Thiram a mikroszkópikus gombákat csak kevésbé akadályozza növekedésükben, továbbá WAINWRIGHT és PUGH [30] észlelése, akik a TMTD-nek a baktériumszám mellett a gombaszámot növelő hatását figyelték meg, szántóföldön. DOMSCH [6] és más szerzők [1] vizsgálatai alapján feltételezhetjük, hogy a gombák TMTD-vel szembeni érzékenységet rendszertani hovatartozásuk szabja meg.

Szükségesnek tartjuk hangsúlyozni, hogy az általunk tanulmányozott két preparátum összehasonlításánál a hatóanyag-koncentráció különbséget (a Thiram csak 80 % hatóanyagot tartalmaz) korrekcióba kell venni.

Mindkét preparátum átalakításának általunk mért üteme közel meg egyezik KLUGE [24] adataival, aki a Thiram lebontásának felezési idejét 6–7 hétben állapította meg. Ezek az eredmények alátámasztják RICHARDSON [29], MUNNECKE [27], valamint MUNNECKE és MICKAIL [28] a TMTD talajban való lebontására vonatkozó megfigyeléseit.

Úgy véljük, hogy a most ismertett vizsgálati adatok is megerősítik azt a korábbi laboratóriumi, fénykamrás, üvegházi és szabadföldi kísérleteink során levont következtetésünket, mely szerint a pillangós kultúrákban a környezetvédelmi szempontból káros higanytartalmú fungicidek alkalmazását a TMTD-vel, illetve kombinációival felváltani kívánatos és indokolt.

Összefoglalás

Technikai tisztaságú tetra-metil-tiuram-diszulfidot (TMTD) és Thiram fungicidet adagoltunk különböző mennyiségekben erdőmaradványos csernozjom talajhoz és a keverékeket két hónapig inkubáltuk 26–29 °C-on. Az elpárolgott vízmennyiséget oly módon pótoltuk, hogy a talaj nedvességtartalma állandó szinten maradjon.

Fotometrikus módszerrel mértük az inkubációs periódus folyamán az összcsíraszám alakulását, és a periódus közepén és végén ezzel párhuzamosan lemezöntéssel követtük az összcsíraszám, baktérium-, sugárgomba- és mikroszkópikus gombaszám változását.

Vizsgálatainkból az alábbi következtetéseket vontuk le:

1. A tanulmányozott két peszticid még a mikroba-számlálás „klasszikus” módszerével is mérhető (szaporodást stimuláló vagy gátló) hatást fejtett ki az erdőmaradványos csernozjom mikrobapopulációjára.

2. A turbidimetrikus vizsgálatok a TMTD szaporodást stimuláló hatását igazolták valamennyi alkalmazott dózis esetében. A Thiramnál ugyanezt a tendenciát figyelhettük meg, jóllehet a serkentés mértéke nem annyira szembetűnő, amint a „dózis” görbék kontroll görbéhez való közeli elhelyezkedése is demonstrál. Kivételt a Czapek-Dox táptalaj képez, itt határozott serkentést csak az inkubációs periódusok második felében észleltünk.

3. A lemezöntéssel vizsgálatok eredményei azt tükrözik, hogy az összcsíraszámra a TMTD és Thiram legkisebb dózisa mérhető hatást nem fejtettek

ki. A 0,1%-ban adagolt mind a két preparátum szaporodást stimuláló hatásának bizonyult. A TMTD és Thiram a nagyobb dózisokban is stimulatív hatású volt, bár ez utóbbiak folyamatos mikrobiális lebontása következtében serkentő hatásuk fokozatosan csökken.

a) Az összes baktériumszámra vonatkozó adatok általában az összes csíraszám változásához hasonló tendenciát mutattak, ami az élesztőkvonattal manit-agar táptalaj esetében méginkább kifejezett volt.

b) A sugárgombák szaporodását mindkét készítmény viszonylag intenzíven gátolta.

c) A mikroszkópikus gombákat a TMTD és Thiram 0,1 és 1% koncentrációi már erőteljesen gátolták. A Thiram kezeléseket közül még a 0,001%-os dózis is csökkentette a mikroszkópikus gombák számát. A technikai TMTD és a Thiram a nagyobb dózisokban az élesztők számát erőteljesen növelte Czapek-Dox táptalajon.

4. A technikai tisztaságú vegyületek erdőmaradványos csernozjom ökoszisztéma mikrobiális mennyiségi viszonyaira gyakorolt hatását összehasonlítva, a mezőgazdasági gyakorlatban alkalmazott preparátummal, a TMTD és Thiram esetében lényeges különbségek nem állapíthatók meg.

5. Megállapítottuk, hogy két és fél hónap alatt mind a TMTD, mind a Thiram 0,001% és 0,01%-nyi mennyiségei teljesen, a 0,1%-os dózis pedig legnagyobb részben elbomlott. Az 1%-nyi illetve a Thiramnál alkalmazott 10%-nyi mennyiség is jelentős mértékben lecsökkent két és fél hónap alatt.

Irodalom

- [1] AUDUS, L. J.: The action of herbicides on the microflora. Med. Fac. Landbwet. Rijksuniv., Gent. **35**. 465—492. 1970.
- [2] CHINN, S. H. F.: Effect of eight fungicides on microbial activities in soil as measured by a bioassay method. Can. J. Microbiol. **19**. 771—777. 1973.
- [3] DEN DOOREN DE JONG, L. E.: Bijdrage tot de kennis van het mineralisatieproces. Dissertation. Delft. Technical University. 1926.
- [4] DOMSCH, K. H.: The efficiencies of soil fungicides. III. Quantitative changes in the soil flora. Z. PflKrankh. **66**. 17—26. 1959.
- [5] DOMSCH, K. H.: The efficiencies of soil fungicides. IV. Changes in the spectrum of soil fungi. Z. PflKrankh. **67**. 129—150. 1960.
- [6] DOMSCH, K. H.: Einfluss von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenmikroflora. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw. Berlin-Dahlen. **107**. 5—53. 1963.
- [7] FEHÉR, D.: Talajbiológiai módszerek. In: Ballenegger, R. (ed.) Talajvizsgálati módszerkönyv. 271—352. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1953.
- [8] GRIFFITH, R. L. & MATTHEWS, S.: The persistence in soil of the fungicidal seed dressings captan and thiram. Ann. Appl. Biol. **64**. 113—118. 1969.
- [9] GYURKÓ, P., KECSKÉS, M. & MANNINGER, E.: Rezisztentnosztó rizoszféri baktérij szaharnoj szveklj k antibiotikam. Mikrobiologija. **30**. 484—488. 1961.
- [10] HOUSEWORTH, L. D. & TWEEDY, B. G.: Effect of atrazine in combination with captan or thiram upon fungal and bacterial populations in the soil. Pl. Soil. **38**. 493—500. 1973.
- [11] KAARS SJPESTEIN, A. & VONK, J. W.: Microbial conversions of dithiocarbamate fungicides. Meded. Fac. Landbwet. Rijksuniv. Gent. **35**. 799—804. 1970.
- [12] KECSKÉS, M.: Comparative investigations of the action of fungicides on Rhizobium leguminosarum Frank and its symbiosis with Vicia sativa L. Colloque International, Meded. Fac. Landbwet. Rijksuniv. Gent. **35**. 505—514. 1970.
- [13] KECSKÉS, M.: Pillangósok magesávázása és a rhizobium magoltás. A mezőgazdaság kemizálása. NEVIKI—KAE. Veszprém—Keszthely. II. 93—99. 1973.
- [14] KECSKÉS, M. & SZÜCS, L.: Tenyészedény-kísérletek fungicidekkel magesávázott bükönnyel, különböző hazai talajtípusokban. Agrártud. Közl. **33**. 25—32. 1974.

- [15] KECSKÉS, M. & VINCENT, J. M.: Root nodulation forms of *Vicia sativa* L. Bot. Közl. **56**. 233–235. 1969.
- [16] KECSKÉS, M. & VINCENT, J. M.: Néhány fungicid hatása a *Rhizobium leguminosarum* sp-re I. Laboratóriumi vizsgálatok. Agrokémia és Talajtan. **18**. 57–70. 1969.
- [17] KECSKÉS, M. & VINCENT, J. M.: Néhány fungicid hatása a *Rhizobium leguminosarum* sp-re II. Fénykamrás és üvegházi vizsgálatok. Agrokémia és Talajtan. **18**. 461–472. 1969.
- [18] KECSKÉS, M. & VINCENT, J. M.: Néhány fungicid hatása a *Rhizobium leguminosarum* sp-re III. Szabadföldi vizsgálatok. Agrokémia és Talajtan. **22**. 175–196. 1973.
- [19] KECSKÉS, M. & VINCENT, J. M.: Compatibility of fungicide treatment and *Rhizobium* inoculation of vetch seed. Acta Agron. Sci. Hung. **22**. 249–263. 1973.
- [20] KECSKÉS, M., BALÁZS, E. & SCHMIDT, K.: The change of the microbial ecosystem in a chernozem affected by phenoxy-acetic acid derivatives. Roczniki Gleboznawcze. **26**. 185–190. 1975.
- [21] KLINCARE, A. A.: Vlijanie protravitelej na epifitnuju i kornevuju mikrofloru nekotoryh rasztenij. Mikroorg. raszt. **2**. 71–83. 1964.
- [22] KLINCARE, A. A.: Rel' protravitelej vo vzaimootnosenijah epifitnih mikroorganizmov i rasztenij. Mikroorg. raszt. **37**–48. 1972.
- [23] KLINCARE, A. A. & MISKO, I. V.: Reakcija nekotoryh epifitnih bakterij na vozdejsztvie protravitelej. Mikroorg. raszt. **49**–58. 1972.
- [24] KLUGE, E.: Zur Wirkungsdaue von Thiuram, Ferbam und Captan in Waldböden. Arch. für Pflanzenschutz. **5**. 39–53. 1969.
- [25] LANGKRAMER, O.: Feststellung des Einflusses von Pestiziden auf Bodenmikroorganismen in Reinkulturen mit Hilfe einer Laboratoriumsmethode. Zbl. Bakt. Abt. II. **125**. 713–722. 1970.
- [26] LANGKRAMER, O.: Laboratorni metoda stanoveni ucinku pesticidu na pudni mikroorganizmy v cistych kulturách. Agrochémia. **12**. 193–199. 1972.
- [27] MUNNECKE, D. E.: Fungicides in the soil environment. In: D. C. Torgeson.: Fungicides, an Advanced Treatise. I. 509–559. 1967.
- [28] MUNNECKE, D. E. & MICKAIL, K. Y.: Thiram persistence in soil and control of damping-off caused by *Pythium ultimum*. Phytopathology. **67**. 969–971. 1967.
- [29] RICHARDSON, L. T.: The persistence of thiram in soil and its relationship to the microbial balance and damping-off control. Can. J. Bot. **32**. 335–346. 1954.
- [30] SOBOTKA, A.: Die Testung des Einflusses von Pestiziden auf die Mykorrhiza-Pilze in Waldböden. Zbl. Bakt. Abt. II. **125**. 723–730. 1970.
- [31] SZABÓ, I. M.: Microbial communities in a forest-rendzina ecosystem. The pattern of microbial communities. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1974.
- [32] SZÜCS, L.: A martonvásári kísérleti telep talajviszonyai. Agrokémia és Talajtan. **12**. 299–318. 1963.
- [33] TERÉNYI, S., JOSEPOVITS, GY. & MATOLCSY, GY.: Növényvédelmi kémia. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1967.
- [34] VERNER, A. R., GREBENJUK, I. N. & TARBAEVA, L. P.: Dejsztvie fungicida TMTD na mikrofloru pocsvü i razvitie dñi. Mikroorganizmü v szel'szkom hozjajsztvie. **169**–173. 1963.
- [35] WAINWRIGHT, M. & PUGH, G. J. F.: The effect of three fungicides on nitrification and ammonification in soil. Soil Biol. Biochem. **5**. 577–584. 1973.
- [36] WAINWRIGHT, M. & PUGH, G. J. F.: The effects of fungicides on certain chemical and microbial properties of soils. Soil Biol. Biochem. **6**. 263–267. 1974.

Érkezett: 1976. január 6.

Quantitative Change of Microorganisms on the Effect of TMTD in a Chernozem Soil with Forest Residues

M. KECSKÉS and K. SCHMIDT

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

Technically pure tetra-methyl-thiuram-disulphide (TMTD) and Thiram fungicide (commercial) were added to a chernozem with forest residues and these mixtures were incubated at 26–29°C for two months. The evaporated water quantity was supplied, keeping the soil moisture content at the same level.

During the incubation period the change in the „total” number of microbes was measured photometrically and parallel with the „total” number of microbes, bacteria, ray fungi and microscopic fungi were checked by plate count technique at the middle and at the end of the period.

On the basis of the obtained data the following conclusions could be drawn:

1. The studied two fungicides affected the microbe population of the soil in a measurable way even with the „classical” method of microbe count.

2. The turbidimetric investigations proved the stimulative effect of TMTD in the case of every applied dose. The same tendency was observed of Thiram though the extent of stimulation was not so remarkable which appears from the closeness of the „dose” curves to the controls. The Czapek-Dox medium was an exception because a definite stimulation could be observed in it only in the second part of the incubation period.

3. The results of plate count technique demonstrate that the smallest doses of TMTD and Thiram did not affect to a measurable extent the „total” number of microbes. Both preparations dosed in 0.1% proved to have a stimulative effect on multiplication. TMTD and Thiram were stimulative in the higher doses though their continual microbial decomposition gradually decreased their stimulative effect.

a) The data on the „total” number of bacteria generally showed the same tendency as the change in the „total” number of microbes which was more pronounced in the case of yeast-mannitol-agar.

b) The multiplication of ray fungi was inhibited quite intensively by both preparations.

c) The microscopic fungi were quite markedly inhibited by 0.1 and 1% TMTD and Thiram. The higher doses of technical TMTD and Thiram increased considerably the number of yeasts on Czapek-Dox medium.

4. Comparing the effects of technically pure TMTD and Thiram (used in agricultural practice) on the quantitative change of microbes in the chernozem ecosystem, essential differences were not noted.

5. It was established that both TMTD and Thiram added in 0.001 and 0.01% to the soil were degraded totally, the 0.1% doses were also decomposed and the 10% Thiram also decreased markedly during the two and half months' incubation.

Fig. 1. The effect of different doses of TMTD (A) and Thiram (B) on the change of „total” number of microbes in a chernozem with forest residues. (A/1–B/1: in yeast-mannitol liquid medium; A/2–B/2: in glycerine-arginine liquid medium; A/3–B/3: in Czapek-Dox liquid medium.) Abscissa: number of days; ordinate: extinction values.

Fig. 2. The effect of TMTD (A) and Thiram (B) on the change of the „total” number of microbes, bacteria, ray fungi and microscopic fungi on yeast-mannitol-agar. (On the 36th day [A/1–B/1] and on the 64th day [A/2–B/2] of the investigation period.) Ö = „total” number of microbes; B = number of bacteria; S = number of ray fungi; G = number of fungi; % = fungicide concentration. Ordinate: number of microorganisms/g soil.

Fig. 3. The effect of TMTD (A) and Thiram (B) on the change of the „total” number of microbes, bacteria, ray fungi and microscopic fungi on glycerine-arginine-agar. (On the 36th day [A/1–B/1] and on the 64th day [A/2–B/2] of the investigation period.) Other signs see on Fig. 2.

Fig. 4. The effect of TMTD (A) and Thiram (B) on the change of the „total” number of microbes, bacteria, ray fungi and microscopic fungi on Czapek-Dox agar. (On the 36th day [A/1 – B/1] and at the 64th day [A/2 – B/2] of the investigation period.) Shaded columns: number of yeasts. Other signs see on Fig. 2.

Table 1. Residues of TMTD and Thiram in a chernozem with forest residues after two and a half months.

Influence du TMTD sur le changement quantitatif des micro organismes dans un chernozem avec des vestiges d'un ancien sol forestier

M. KECSKÉS et K. SCHMIDT

Institut de Recherches Pédologiques et de Chimie Agricole de l'Académie des Sciences de Hongrie, Budapest

Résumé

Tetra-methyl-thiuram-disulphide (TMTD), de pureté technique, et Thiram, produit fongicide commercial, étaient ajoutés à un chernozem avec des vestiges d'un ancien sol forestier. Les mixtures étaient incubées à 26–29°C pendant deux mois. La quantité d'eau évaporée était supplée pour tenir l'humidité du sol à un niveau constant.

Pendant la période d'incubation on a mesuré par photométrie les changements du nombre «total» des microbes et parallèlement le nombre «total» des microbes, bactéries, actinomycètes et champignons microscopiques était contrôlé par la technique de compte à plaque au commencement et à la fin de cette période.

A base des données obtenues on pouvait tirer les conclusions suivantes:

1. Les deux fongicides étudiés ont influencé la population microbienne du sol à une mesure démontrable même à l'aide de la méthode classique de compte des microbes.

2. Les analyses turbidimétriques ont prouvé l'effet stimulant du TMTD en chaque dose appliquée. Une même tendance était observée pour Thiram, alors que la stimulation semblait d'être moins significative ce qui se voit en comparant les courbes des «doses» et des contrôles. En cas du milieu Czapek-Dox — étant une exception — on n'a observé de stimulation définie qu'au cours de la seconde partie de la période d'incubation.

3. Les résultats des comptes à plaque montrent que les doses les plus basses de TMTD et de Thiram n'ont pas affecté dans un degré mesurable le nombre «total» des microbes. A une dose de 0,1 p. c. toutes les deux préparations ont stimulé la multiplication. Cependant, en conséquence de la décomposition microbienne continue, cet effet stimulant a diminué graduellement.

a) Les changements du nombre «total» des bactéries montrent, en général, la même tendance que ceux du nombre «total» des microbes, étant les plus prononcés sur agar levure-mannitol.

b) La multiplication des actinomycètes était intensivement retardée par les deux préparations étudiées.

c) 0,1 et 1 p. c. TMTD et Thiram avait de l'effet fortement inhibiteur sur les champignons microscopiques. En présence de certaines hautes doses de TMTD et de Thiram le nombre des levures a considérablement augmenté sur le milieu Czapek-Dox.

4. En comparant l'effet du TMTD et du Thiram, de pureté technique (employés dans la pratique agricole) sur le changement quantitatif des microbes dans l'écosystème d'un chernozem, on n'a pas observé de différences notables.

5. On pouvait établir que TMTD et Thiram, ajouté en quantités de 0,001 et 0,01 p. c. au sol, ont dégradé parfaitement; les doses de 0,1 p. c. étaient aussi décomposées et la quantité de Thiram (10 p.c.) a également diminué pendant les deux mois et demi de l'incubation.

Tableau 1. Résidus de TMTD et du Thiram dans un sol chernozem après deux mois et demi.

Fig. 1. Effet de différentes doses de TMTD (A) et de Thiram (B) sur le changement du nombre «total» des microbes dans un chernozem avec des vestiges d'un ancien sol forestier. A/1 – B/1: milieu liquide de levure-mannitol; A/2 – B/2: milieu liquide de

glycérine-arginine; A/3—B/3: milieu liquide Czapek-Dox. Axe horizontal: nombre des jours. Axe vertical: valeurs d'extinction.

Fig. 2. Effet du TMTD (A) et du Thiram (B) sur le changement du nombre «total» des microbes, bactéries, actinomycètes et champignon microscopiques sur agar levure-mannitol. (Au 36^{ème} [A/1—B/1] et 64^{ème} jour [A/2—B/2] de la période d'essais.) O = nombre «total» des microbes; B = nombre des bactéries; S = nombre des actinomycètes; G = nombre des champignons; % = concentration du fongicide.

Fig. 3. Effet du TMTD (A) et du Thiram (B) sur le changement du nombre «total» des microbes, bactéries, actinomycètes et des champignons microscopiques sur ne-ycériagar glarginine. (Au 36^{ème} [A/1—B/1] et 64^{ème} jour [A/2—B/2] de la période d'essais.) Autres légendes: voir Fig. 2.

Fig. 4. Effet du TMTD (A) et du Thiram (B) sur le changement du nombre «total» des microbes, bactéries, actinomycètes et champignons microscopiques sur agar Czapek-Dox. (Au 36^{ème} [A/1—B/1] et 64^{ème} jour [A/2—B/2] de la période d'essais.) Colonne hachurée: nombre des levures. Autres légendes: voir Fig. 2.

Формирование количественного содержания микроорганизмов в лесостаточном черноземе под влиянием тетра-метил-тиурам-дисульфида (ТМТД)

М. КЕЧКЕШ и К. ШМИДТ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии ВАН, Будапешт

Резюме

В лесостаточной чернозем вносили различные дозы технически чистого ТМТД и фунгицида Тирам, полученную смесь инкубировали в течение двух месяцев при температуре 26—29 °С. В почве поддерживали постоянный уровень влажности.

В период инкубации фотометрическим методом измеряли формирование общего числа зародышей и параллельно с этим, в середине и в конце периода, методом выливания пластинок проследили за изменением общего числа зародышей, бактерий, лучистых и микроскопических грибов.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

1. В лесостаточном черноземе указанные пестициды оказали стимулирующее или тормозящее влияние на размножение микробных популяций, которое можно было измерить и «классическим» методом подсчета микробов.

2. Турбидиметрические исследования подтвердили стимулирующее влияние ТМТД на размножение микробов во всех дозах его внесения. Подобную тенденцию наблюдали и у Тирама, хотя стимулирующее влияние было не так заметно, как это демонстрирует и близкое расположение кривой «доз» к контрольной кривой. Исключением является питательная среда Чапек—Докс, где определенную стимуляцию наблюдали только во второй половине инкубационного периода.

3. Результаты исследований методом выливания пластинок показали, что самые низкие дозы ТМТД и Тирама не оказали измеряемого влияния на общее число зародышей. Обе препарата в концентрации 0,1%-ов оказали стимулирующее влияние на размножение бактерий. ТМТД и Тирам в более высоких дозах оказали стимулирующее влияние, но оно постепенно снижалось в результате постепенного разложения микробами.

а) Результаты, относящиеся к общему количеству бактерий, в основном показывают ту же тенденцию, что и изменение общего количества зародышей и это особенно выражалось на дрожжево-маннит-агаровой питательной среде.

б) Оба препарата оказали относительно высокое торможение на размножение лучистых грибов.

в) ТМТД и Тирам в концентрациях 0,1% и 1% в значительной степени тормозили размножение микроскопических грибов. Тирам уже в концентрации 0,001% снижает число микроскопических грибов. Технический ТМТД и Тирам в более высоких дозах на питательной среде Чапек—Докс в полной мере увеличивали число дрожжей.

4. Сравнивая влияние технически чистых соединений на количественный состав микробов в экосистеме лесостаточного чернозема не обнаружили значительных различий между ТМТД и Тиамом, используемых в практике сельского хозяйства.

5. Установили, что за два с половиной месяца как ТМТД, так и Тирам в концентрациях 0,001% и 0,01% полностью, а в концентрации 0,1% большей частью разложились. При внесении Тирама в дозе 1% или 10% количество его за два с половиной месяца значительно снизилось.

Табл. 1. Количество неразложившихся ТМТД и Тирама, оставшихся в изученном лесостепном черноземе после двух с половиной месяцев.

Рис. 1. Влияние различного количества ТМТД (А) и Тирама (В) на изменение общего числа зародышей в лесостепном черноземе. (А/1—В/1: на дрожжево-маннитной жидкой питательной среде; А/2—В/2: на глицеринно-аргининной жидкой питательной среде; А/3—В/3: на жидкой питательной среде Чапек—Докс). По горизонтальной оси: число дней; по вертикальной оси: величины экстинкции.

Рис. 2. Влияние ТМТД (А) и Тирама (В) на изменение общего числа зародышей, бактерий, лучистых грибов и микроскопических грибов на дрожжево-манитно-агаровой среде. (Период изучения (А/1—В/1) 36 дней и (А/2—В/2) 64. дня). \bar{O} = общее число зародышей; В = количество бактерий; S = количество лучистых грибов; G = число грибов; % = концентрация фунгицида.

Рис. 3. Влияние ТМТД (А) и Тирама (В) на изменение общего числа зародышей, бактерий, лучистых и микроскопических грибов на глицерино-аргинин-агаровой питательной среде (Период изучения (А/1—В/1) 36. дней. и (А/2—В/2) 64. дня. Остальные обозначения смотри на рисунке № 2.

Рис. 4. Влияние ТМТД (А) и Тирама (В) на изменение общего числа зародышей, бактерий, лучистых и микроскопических грибов на питательной среде Чапек—Докс. (Период изучения (А/1—А/2) 36. дней и (А/2—В/2) 64. дня. Заштрихованный столбик — количество дрожжей. Остальные обозначения смотри на рисунке № 2.